

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002006094
PUBLICATION DATE : 09-01-02

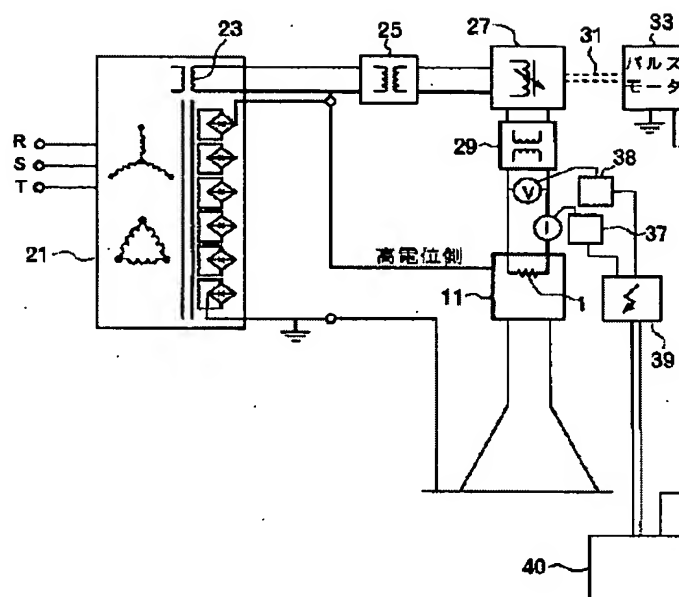
APPLICATION DATE : 22-06-00
APPLICATION NUMBER : 2000188033

APPLICANT : EBARA CORP;

INVENTOR : HAYASHI TAKEHIDE;

INT.CL. : G21K 5/00 B01J 19/08 G21K 5/04

TITLE : ELECTRON BEAM IRRADIATION
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron beam irradiation device capable of always stably irradiating a large beam current by stably and finely controlling a current supplying a filament.

SOLUTION: The electron beam irradiation device has an electron gun 7 generating electrons from a heat filament 1 arranged in vacuum, a high voltage source 10 providing a negative electric potential to the electron gun and electrons generated from the electron gun and supplying the filament with a current, a plurality of accelerating electrodes 2 for accelerating electrons, electromagnets 16 and 17 for bias-scanning the accelerated electron beam by a magnetic force and a thin film 15 for taking out the electron beam in vacuum to the atmosphere. A rotary voltage controller 27 arranged in the high electric potential side for controlling the current for supplying to the filament 1 is provided. An electric isolation rod that is connected to the rotary part of the controller controlling the output voltage of the voltage controller and is capable of operating from the ground side is also provided.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

THIS PAGE LEFT BLANK

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The electron gun which generates an electron by the heat filament arranged in a vacuum, Two or more accelerating electrodes which accelerate the high-tension power source t which supplies a current to said filament, and said electron while giving non-potential to the electron generated from said electron gun and said electron gun, In the electron-beam-irradiation equipment which has the electromagnet which carries out the deflection scan of the accelerated electron ray with magnetic force, and the thin film which takes out this electron ray in a vacuum in an atmospheric-air ambient atmosphere Electron-beam-irradiation equipment characterized by having an operational electric insulation rod from the earth side linked to the rotating part of the rotating type voltage regulator arranged at the high potential side which adjusts the current supplied to said filament, and this regulator that adjusts the output voltage of this voltage regulator.

[Claim 2] Electron-beam-irradiation equipment according to claim 1 characterized by said voltage regulator being a SURAI duck.

[Claim 3] Electron-beam-irradiation equipment according to claim 1 characterized by making it rotate with said stepping motor which connected the revolving shaft of a stepping motor to said insulating rod at the earth side, and has arranged the revolving shaft of said rotating type voltage regulator to the earth side.

[Claim 4] Electron-beam-irradiation equipment according to claim 1 to 3 characterized by having changed into the lightwave signal the signal about the electrical potential difference or current of a filament arranged at said high potential side, having transmitted it to the earth side through the optical fiber, and having arranged this optical fiber so that the creeping distance may become long.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is used for refining of the matter which starts electron-beam-irradiation equipment, uses for bridge formation of resin, or is used for processing of the exhaust gas discharged from a thermal power station etc., and relates to the suitable electron-beam-irradiation equipment for high current electron

beam irradiation.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is thought that global warming, acid rain, etc. by current and the air pollution which poses a problem globally originate in components which exist in the combustion gas discharged from a thermal power station etc., such as SO_x and NO_x. Performing desulfurization and denitrification (clearance of injurious ingredients, such as SO_x and NO_x) is carried out by irradiating an electron ray at a combustion gas as an approach of removing these injurious ingredients, such as SO_x and NO_x.

[0003] Drawing 1 shows an example of the processor of a combustion gas using the electron-beam-irradiation equipment used for the starting application. The processor of this combustion gas mainly consists of passage 19 of a combustion gas prepared along with the window foil 15 which is the exposure outlet of the electron ray of the power unit 10 which generates direct-current high tension, the electron-beam-irradiation equipment 11 which irradiates an electron ray at a combustion gas, and its equipment 11. For example, when the electron ray emitted outside from the window foil 15 which consists of sheet metal, such as Ti, irradiates molecules, such as oxygen in a combustion gas (O₂), and a steam (H₂O), these serve as a radical of OH [with dramatically strong oxidizing power], O, and HO₂ grade. And these radicals oxidize harmful matter, such as SO_x and NO_x, and generate the sulfuric acid and nitric acid which are an intermediate product. These intermediate products react with the ammonia gas (NH₃) supplied beforehand, serve as an ammonium sulfate and an ammonium nitrate, and are collected as a fertilizer raw material. Therefore, in such a flue-gas-treatment system, while components, such as harmful SO_x and NO_x, are removable out of a combustion gas, it is recoverable as a raw material of fertilizer, such as an ammonium sulfate, an ammonium nitrate, etc. useful as the byproduction article.

[0004] Drawing 2 shows the example of 1 configuration of generating of the electron ray of electron-beam-irradiation equipment, and the acceleration section. The generating acceleration section of an electron ray here The electron sources 1, such as a thermoelectron filament, The acceleration tube 5 which consists of accelerating electrodes 2 of a large number which accelerate further the electron ray used as the electron gun 7 which makes the electron generated from the electron source 1 the shape of an abbreviation beam, and the beam which has energy and a configuration predetermined with an electron gun 7, While controlling the beam diameter by impressing a field to the electron ray of the high energy formed with the acceleration

tube 5, it mainly consists of one or more electromagnets which deflect and scan this beam in the longitudinal direction and the direction of a short hand. Among these, generation and the acceleration section of an electron gun and the electron ray of an accelerating-electrode this are arranged in a vacuum housing, and the interior is held at the high vacuum of about 10 – 6Pa. The formed high energy electron beam is supplying a current to the coil 16 for a deflection, and the coil 17 for a scan, and forming a field with an electromagnet, as shown in drawing 1 , and outgoing radiation of it is carried out to the predetermined range of the emission way 19 from the exposure aperture (window foil) 15, being deviated and scanned (refer to drawing 1).

[0005] In recent years, the amount of electron beam irradiation required of per electron-beam-irradiation equipment of a processed material (for example, combustion gas) has increased. Furthermore, the need of reducing the installation area per exposure current value of the electron-beam-irradiation equipment in a treatment facility has increased. In connection with this, although the generating beam current per electron-beam-irradiation equipment was about 100–300mA conventionally, an about 500mA high current will be required as the generating beam current per set in recent years.

[0006] The filament 1 on which an electron gun 7 generates a thermoelectron because a current flows (electron source), It is called a filament and the WENERUTO electrode which is **** potential. Said electron source abbreviation picking The electrode 3 which has the path which is the configuration to surround and emits said electron, It consists of fin 6 grades which miss the heat of the electrode 4 which has been arranged at the electronic travelling direction side emitted from the filament, and which pulls out and is called an electrode, the filament flange 8 holding a filament, and the filament flange 8, and cool the source of an electron ray from an electrode 3. In addition, Sign S is the hole of the accelerating electrode 2 passed accelerating and completing the electron ray of the section of acceleration.

[0007] Formation of the electron beam in an electron gun is performed as follows. The filament 1 on which a current flows serves as an about 2000–3000-degree C elevated temperature, and emits a thermoelectron according to the thermionic emission multiplier known as Richardson Dash Mann's formula according to the construction material of a filament. A filament 1 and the WENERUTO electrode 3 are connected to the high-tension power source 10, and the negative static voltage of 500–1500kV is impressed. Usually, a tungsten (W), a tantalum (Ta), and a lanthanum (La) compound tend to emit a thermoelectron, that is, the construction material of a filament 1 is known as a low ingredient of a work function. the potential of a filament 1 -- usually --

the number of several V- from the potential of the WENERUTO electrode 3 -- it has the bias potential of 10V and the electron emitted from the filament 1 floats to the hole 9 neighborhood opened to the WENERUTO electrode 3. The drawer electrode 4 is arranged from the WENERUTO electrode 3 at the electronic direction of radiation, the potential is set as touch-down (ground) potential rather than a filament 1, and near and its potential difference are usually set as 10-30kV. The hole 9 of the WENERUTO electrode 3 to an electron is drawn out by the electron lens pull out with the WENERUTO electrode 3 which has concave surface curvature, and according to the electric field between electrodes 4, and it converges further, and becomes an electron beam, an electron runs in an acceleration tube 5, convergence and acceleration are respectively repeated according to the lens effectiveness of two or more accelerating electrodes 2, it becomes the predetermined shape of beam, window foil 15 is passed eventually, and the irradiated object by the side of the atmospheric air from electron-beam-irradiation equipment irradiates.

[0008] In the electron-beam-irradiation equipment mentioned above, since a thermoelectron is emitted according to the formula of Richardson Dash Mann decided by the temperature and construction material of a filament when a current is supplied to a filament and a filament serves as an elevated temperature, in order to supply the necessary beam current, it is required to supply the necessary electrical potential difference corresponding to the construction material and the resistance of a filament to the ends. However, filaments are consumable goods and tend to become thin gradually with the activity passage of time. For this reason, in order to supply a current to a filament and to maintain to necessary temperature, it is necessary to adjust suitably the electrical potential difference impressed to the ends of a filament.

[0009] By the way, an electron gun 7 is arranged at a negative high potential side, as mentioned above, and the exposure aperture 15 is arranged at a ground potential side. And in order to supply a necessary current to a filament, it is necessary to supply the electrical potential difference about dozens thru/or 100V to the ends. For this reason, the alternating current of high tension is changed into a filament through a transformer at the alternating current of a low battery, and the filament is supplied through the voltage regulator which has arranged that ac output to the high potential side.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Control of the beam current has the approach of carrying out feedback control of the current supplied to a filament to desired value as the example using an error amplifier, although various kinds of

approaches exist from the former. This is the approach of controlling the filament current using error amplifier so that a actual current value is detected and a actual current value is in agreement with a necessary target current value as compared with a necessary target current value. However, by the method using such an error amplifier, although feedback control of a current is always performed, when the electron current produced from a filament was seen in micro, it had fluctuation, and had the problem from which hunting is caused for this reason and control becomes unstable. That is, it was difficult to always be stabilized and to acquire the big electron current from a filament by the conventional control approach.

[0011] In view of the situation mentioned above, it succeeded in this invention, it makes stably controllable to a precision the current supplied to a filament, and it thereby always aims at offering the electron-beam-irradiation equipment which can irradiate the big beam current to stability.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The electron gun which generates an electron by the heat filament by which invention according to claim 1 has been arranged in a vacuum, Two or more accelerating electrodes which accelerate the high-tension power source t which supplies a current to said filament, and said electron while giving non-potential to the electron generated from said electron gun and said electron gun, In the electron-beam-irradiation equipment which has the electromagnet which carries out the deflection scan of the accelerated electron ray with magnetic force, and the thin film which takes out this electron ray in a vacuum in an atmospheric-air ambient atmosphere It is electron-beam-irradiation equipment characterized by having an operational electric insulation rod from the earth side linked to the rotating part of the rotating type voltage regulator arranged at the high potential side which adjusts the current supplied to said filament, and this regulator that adjusts the output voltage of this voltage regulator.

[0013] Invention according to claim 2 is electron-beam-irradiation equipment according to claim 1 characterized by said voltage regulator being a SURAI duck.

[0014] Invention according to claim 3 is electron-beam-irradiation equipment according to claim 1 characterized by making it rotate with said stepping motor which connected the revolving shaft of a stepping motor to said insulating rod at the earth side, and has arranged the revolving shaft of said rotating type voltage regulator to the earth side.

[0015] Invention according to claim 4 is electron-beam-irradiation equipment according to claim 1 to 3 characterized by having changed into the lightwave signal

the signal about the electrical potential difference or current of a filament arranged at said high potential side, having transmitted it to the earth side through the optical fiber, and having arranged this optical fiber so that the creeping distance may become long.

[0016] According to this invention, the revolving shaft of the voltage regulator in the high potential side of about 800kV can be generally rotated directly by operating the revolving shaft which adjusts the output voltage of the voltage regulator arranged at the high potential side using an operational insulating rod from an earth side. Therefore, it becomes possible from an earth side to control the electrical potential difference supplied to a direct filament. And an earth side is equipped with a pulse motor and the precise control for every 1 pulse step is attained by connecting with the above-mentioned insulating rod and controlling the revolving shaft of the pulse motor. Moreover, it becomes possible to grasp a actual current value or an electrical-potential-difference value to a precision by transmitting the signal about the electrical potential difference or current of a filament arranged at the high potential side with a lightwave signal through an optical fiber. And by comparing an optical fiber and winding in the shape of a rose plug, since the creeping distance becomes long, risk, such as discharge by the side of the earth, is avoidable.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains, referring to drawing 3 thru/or drawing 5 about the operation gestalt of this invention.

[0018] Drawing 3 shows the configuration of the high-tension power source of the operation gestalt of this invention. R of a commercial alternating current power source, S, and T phase are introduced into the DC-power-supply section 21. In the DC-power-supply section 21, delta wiring and Y wiring are used together, and the cure against a higher harmonic is performed. And the coil of a secondary is arranged so that the coil of these delta wiring and Y wiring may be counteracted, and it connects with the rectifier circuit which consists of a diode bridge. A rectifier circuit is constituted by diode, a resistor, the capacitor, etc., rectifies the alternating voltage of the secondary which carried out pressure up of the alternating voltage by the side of primary, and changes it into a direct current here. And it has two or more steps, for example, 25 steps, of rectifier circuits here, and the rectifier circuit of each stage is connected to a serial, respectively, 25 steps of direct-current-voltage outputs of each stage are added, for example, and the direct current voltage of high potential is obtained. A transformer 23 is installed in the maximum upper case of the DC-power-supply section, and this transformer 23 supplies alternating current to a

filament in the condition with high potential. DC power supply have the potential of 800kV – 15000kV. Although the formed direct-current high tension omits a graphic display, the partial pressure of it is carried out by partial pressure resistance, and it is supplied to each electrode and the electron gun section within acceleration.

[0019] The high alternating voltage of about 60000v is formed in the secondary of a transformer 23. In addition, although not illustrated, when output control resistance has been arranged and the load short circuit of electron-beam-irradiation equipment produces this resistance, that effect is the protective resistance of a sake making it be less than the direct high voltage section. Furthermore, the surge absorber constituted from a resistor and a coil is allotted to a high potential side circuit, and the high potential power supply section is taken care of. Moreover, arranging a capacitor to a serial is performed to one side of alternating current wiring for ***** prevention of a pressure-up transformer.

[0020] It connects with the pressure-lowering transformer 25, and the secondary of a transformer 23 is changed into about [100V] low voltage from about [60000V] high voltage. The alternating voltage of about 100 V superimposed on the direct current voltage of high potential passes alternating-voltage stabilizers, such as AVR (automatic voltage regulator) which is not illustrated, and is introduced into the SURAI duck type voltage regulator 27. The SURAI duck type voltage regulator 27 is rotating type voltage adjustment equipment for adjusting the electrical potential difference actually impressed to a filament. This voltage regulator 27 is equipped with a revolving shaft in that center, is rotating that revolving shaft and adjusts that output voltage. Input voltage is about 100V and, specifically, output voltage changes between 0–100V corresponding to the angle of rotation. In this operation gestalt, further, by the filament transformer 29, the alternating current by which voltage adjustment was carried out with the voltage regulator 27 is made into a low battery (severalV– dozens V) in response to conversion of an electrical potential difference, and supplies a high current (several 10A) to a filament 1. A filament serves as an elevated temperature which are 2000–3000K by this, and a thermoelectron is emitted.

[0021] Drawing 4 shows the insulating rod rotating around the voltage regulator of the operation gestalt of this invention. Die length is about 1m, the diameter is 30mmphi extent and the resin material of high insulation is used for the insulating rod 31. This insulating rod is in the high potential whose voltage regulator 27 is about 800kV, and since the earth side which carries out rotation actuation of this is ground potential, the electrical potential difference of about 800kV is impressed between them. For this reason, the metal member 32 for potential decision is fixed to this insulating rod 31 in

the predetermined part.

[0022] The SURAI duck type voltage regulator 27 is carried in the metal support plate 41 by the side of high potential, and this metal support plate is supported with the stanchion 45 by the metal support plate 43 by the side of the earth. Also in a stanchion 45, a predetermined part is equipped with the metal member 32 for potential decision, this metal member 32 is connected to the partial pressure resistance 46, and predetermined potential distribution is given based on the direct-current high tension supplied from the high-tension power source 21.

[0023] In this electron-beam-irradiation equipment, revolution actuation of the insulating rod 31 is carried out by the pulse motor 33 arranged at the earth side. 1 revolution (360 degrees) of this pulse motor 33 is carried out by 500 pulses as an example. Therefore, angle of rotation per one pulse becomes 0.72 degrees. Therefore, if the voltage output of 0–100V is made possible between them, the armature-voltage control precision of 0.2V will be acquired per one pulse. Therefore, it becomes possible by carrying out rotation control of the voltage regulator 27 by the pulse motor 33 to control to a precision the output voltage of the voltage regulator 27 supplied to a filament by the pitch of 0.2V.

[0024] Drawing 5 shows the relation of the electrical potential difference V and the output current I which are supplied to a filament. If Current I becomes large, as for the relation between the electrical potential difference V supplied to a filament, and the current I which flows on a filament, a filament will serve as an elevated temperature more, and it becomes rounded relation so that the relation between an electrical potential difference and a current may not turn into straight-line relation but it may illustrate from the temperature coefficient. That is, if output voltage is raised and a filament serves as an elevated temperature, the variation of a current to change of the electrical potential difference will become large, and precise control of a current value will become difficult. However, the output voltage of high degree of accuracy is extremely obtained by controlling angle of rotation of a voltage regulator 27 to high degree of accuracy using a pulse motor. This is enabled to control the filament current to a necessary value, and the electron ray current emitted as a result can be stabilized.

[0025] In order to carry out the monitor of the actual filament current, the resistor for current detection is connected to a filament at a serial, and an electrical potential difference is connected to the ejection current detector 37 from the ends. An electrical potential difference is similarly taken out from the ends of a filament, and this is connected to the electrical-potential-difference detector 38. In the current

detector 37 and the electrical-potential-difference detector 38, filament voltage and the filament current are calculated from these values. And this data is changed into a lightwave signal by the lightwave signal transducer 39, and is introduced into a monitoring device-cum-the controller 40 arranged through an optical fiber 51 at the earth side. This lightwave signal is again changed into an electrical signal, and the filament current and filament voltage are expressed to a display as a monitoring device-cum-the controller 40 by the side of the earth. Here, the optical fiber 51 is spirally arranged along the slot formed in the insulating rod 50, as shown in drawing 4. Thereby, the die length of an optical fiber has prevented the discharge which met the optical fiber 51, when actual die length becomes long with about 3m and increases the creeping distance to the die length of an insulating rod being about 1m.

[0026] Thus, since the filament current and filament voltage by the side of high potential can be directly grasped to accuracy by the earth side, it becomes possible by adjusting the pulse number of a pulse motor 33 by a monitoring device-cum-the controller 40 to control necessary filament voltage and the necessary filament current at accuracy. In addition, when abnormalities arise in filament voltage, the current supplied to a filament using the breaker style arranged in the power circuit can be intercepted.

[0027] Next, adjustment actuation of the electron ray current in this electron-beam-irradiation equipment is explained. First, the inside of a vacuum housing is exhausted with a vacuum pump to a high vacuum (about 10^{-6} to ten to 7 Pa). And the direct current voltage of about 800kV is supplied to the electron gun section and an acceleration tube by making various kinds of electric power switches into an ON state. And a monitoring device-cum-the controller 40 mentioned above detecting filament voltage and the filament current, a pulse motor 33 is rotated so that the output voltage of a voltage regulator 27 may increase gradually. By giving a necessary pulse number to a pulse motor, the insulating rod 31 rotates, the revolving shaft of a voltage regulator 27 rotates by this, filament voltage increases gradually to the output side, the current which flows on a filament 1 by this increases, and a filament becomes an elevated temperature gradually. And filament voltage and the filament current are given by carrying out the roll control of the pulse motor 33 by the side of the ground until it becomes the current value of about 500mA as a necessary current value, for example, the beam current. Thereby, a desired electron ray current is acquired.

[0028] Moreover, by sending a pulse to a pulse motor from a control unit 40, when an electron ray current decreases or increases with the passage of time, filament voltage

and the filament current are adjusted so that an electron ray current may serve as a request value. Since it becomes possible to adjust filament voltage and a current value to high degree of accuracy extremely by the pulse motor according to control of the filament voltage and the filament current which are built, thereby, the operating state of a filament can be held in the stable condition. Therefore, the operation control by which the electron ray current was stabilized becomes possible.

[0029]

[Effect of the Invention] Since the electrical potential difference and current which are supplied to the filament which is an electron ray source of release in electron-beam-irradiation equipment are controllable to accuracy according to this invention as explained above, operation of stable electron-beam-irradiation equipment is attained.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing an example of electron-beam-irradiation equipment.

[Drawing 2] It is drawing showing the electron gun section in drawing 1 , and the example of a configuration of an acceleration tube.

[Drawing 3] It is drawing showing the configuration of the high-tension power source of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the insulating rod linked to the SURAI duck type voltage regulator in drawing 3 .

[Drawing 5] It is drawing showing the electrical potential difference of a filament, and the relation of a current.

[Description of Notations]

1 Filament

2 Accelerating Electrode

3 WENERUTO Electrode

4 Drawer Electrode

5 Acceleration Tube

6 Cooling Fin

7 Electron Gun

8 Filament Flange

11 Electron-Beam-Irradiation Equipment

15 Window Foil
16 Deflecting Coil (Electromagnet)
17 Scan Coil (Electromagnet)
19 Passage
21 High-Tension Power Source
27 SURAI Duck Type Voltage Regulator
31 50 Insulating rod
33 Pulse Motor
40 Monitoring Device-cum-Controller

THIS PAGE LEFT BLANK

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-6094

(P2002-6094A)

(43) 公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマト*(参考)

G 2 1 K 5/00

C 2 1 K 5/00

A 4 G 0 7 5

B 0 1 J 19/08

B 0 1 J 19/08

B

G 2 1 K 5/04

Z A B

C 2 1 K 5/04

Z A B F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-188033(P2000-188033)

(22) 出願日 平成12年6月22日(2000.6.22)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 梶山 雅章

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72) 発明者 林 丈英

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇 (外1名)

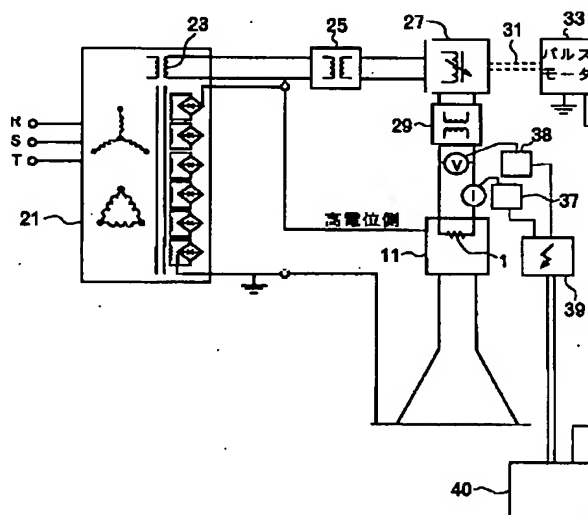
Fターム(参考) 4G075 AA03 AA37 BA05 BA06 CA20
CA39 CA61 DA02 DA03 DA04
EA05 EB41

(54) 【発明の名称】 電子線照射装置

(57) 【要約】

【課題】 フィラメントに供給する電流を安定に且つ精密に制御可能とし、これにより常に安定に大きなビーム電流を照射することができる電子線照射装置を提供する。

【解決手段】 真空中に配置された熱フィラメント1により電子を発生する電子銃7と、電子銃及び電子銃から発生した電子に負電位を与えと共にフィラメントに電流を供給する高電圧電源10と、電子を加速する複数の加速電極2と、加速された電子線を磁気力により偏向走査する電磁石16、17と、真空中の該電子線を大気雰囲気に取り出す薄膜15とを有する電子線照射装置において、フィラメント1に供給する電流を調整する高電位側に配置された回転式電圧調整器27と、該電圧調整器の出力電圧を調整する該調整器の回転部分に接続した大地側から操作可能な電気的絶縁棒とを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空中に配置された熱フィラメントにより電子を発生する電子銃と、前記電子銃及び前記電子銃から発生した電子に不電位を与えると共に前記フィラメントに電流を供給する高電圧電源と、前記電子を加速する複数の加速電極と、加速された電子線を磁気力により偏向走査する電磁石と、真空中の該電子線を大気雰囲気に取り出す薄膜とを有する電子線照射装置において、前記フィラメントに供給する電流を調整する高電位側に配置された回転式電圧調整器と、該電圧調整器の出力電圧を調整する該調整器の回転部分に接続した大地側から操作可能な電氣的絶縁棒とを備えたことを特徴とする電子線照射装置。

【請求項2】 前記電圧調整器がスライダックであることを特徴とする請求項1記載の電子線照射装置。

【請求項3】 大地側において、前記絶縁棒にステッピングモータの回転軸を接続し、前記回転式電圧調整器の回転軸を大地側に配置した前記ステッピングモータにより回転させることを特徴とする請求項1記載の電子線照射装置。

【請求項4】 前記高電位側に配置されたフィラメントの電圧又は電流に関する信号を、光信号に変換して光ファイバを介して大地側に伝達し、該光ファイバをその沿面距離が長くなるように配置したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電子線照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子線照射装置に係り、例えば樹脂の架橋に用いる、或いは火力発電所等から排出される排ガスの処理等に使用される、物質の改質に用いて好適な大電流電子線照射用の電子線照射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、世界的に問題となっている大気汚染による地球温暖化や酸性雨等は、例えば火力発電所等から排出される燃焼排ガス中に存在する SO_x 、 NO_x 等の成分に起因していると考えられる。これらの SO_x 、 NO_x 等の有害成分を除去する方法として、燃焼排ガスに電子線を照射することによって、脱硫・脱硝(SO_x 、 NO_x 等の有害成分の除去)を行うことが実施されている。

【0003】図1は、係る用途に用いられる電子線照射装置を用いた燃焼排ガスの処理装置の一例を示す。この燃焼排ガスの処理装置は、直流高電圧を発生する電源装置10と、電子線を燃焼排ガスに照射する電子線照射装置11と、その装置11の電子線の照射出口である窓箔15に沿って設けられた燃焼排ガスの流路19から主として構成されている。例えばTi等の薄板からなる窓箔15から外部に放出された電子線は、燃焼排ガス中の酸素(O_2)、水蒸気(H_2O)等の分子を照射すること

により、これらは非常に酸化力の強い OH 、 O 、 HO_2 等のラジカルとなる。そしてこれらのラジカルが、 SO_x 及び NO_x 等の有害物質を酸化し、中間生成物である硫酸と硝酸とを生成する。これらの中間生成物はあらかじめ投入しておいたアンモニアガス(NH_3)と反応し、硫酸及び硝酸となり、肥料原料として回収される。従ってこのような排ガス処理システムにおいては、燃焼排ガス中から有害な SO_x 、 NO_x 等の成分を除去することができると共に、その副産品として有用な硫酸・硝酸等の肥料の原料として回収することができる。

【0004】図2は、電子線照射装置の電子線の発生及び加速部の一構成例を示す。ここで電子線の発生加速部は、熱電子フィラメント等の電子源1と、その電子源1より発生した電子を略ビーム状にする電子銃7と、電子銃7で所定のエネルギー・形状を有するビームとなった電子線を更に加速する多数の加速電極2から構成される加速管5と、その加速管5にて形成された高エネルギーの電子線に磁界を印加することでそのビーム径を制御するとともに長手方向及び短手方向に該ビームを偏向・走査する1つ以上の電磁石とから主に構成されている。これらの内、電子銃及び加速電極当の電子線の生成及び加速部は真空容器内に配置され、その内部は 10^{-6} Pa程度の高真空に保持される。形成された高エネルギー電子線は、図1に示すように偏向用コイル16および走査用コイル17に電流を供給して電磁石により磁界を形成することで、偏向、走査されつつ照射窓(窓箔)15より排ガス流路19の所定の範囲に出射される(図1参照)。

【0005】近年、被処理物(例えば燃焼排ガス)の電子線照射装置1台あたりに要求される電子線照射量が多くなっている。更に処理施設での電子線照射装置の照射電流値当たりの設置面積を減ずる必要性が増加してきた。これに伴い電子線照射装置1台あたりの発生ビーム電流が従来は100~300mA程度であったが、近年1台あたりの発生ビーム電流として500mA程度の大電流が要求されることとなった。

【0006】電子銃7は、電流が流れることで熱電子を発生するフィラメント(電子源)1と、フィラメントと略同電位であるウェネルト電極と呼ばれ、前記電子源を略取り囲む形状であり前記電子を放出する経路を有する電極3と、電極3よりフィラメントから放出された電子進行方向側に配置された引き出し電極と呼ばれる電極4と、フィラメントを保持するフィラメントフランジ8と、フィラメントフランジ8の熱を逃がし電子線源を冷却するフィン6等から構成されている。尚、符号Sは加速管内部の電子線を加速・収束させつつ通過させる加速電極2の穴部である。

【0007】電子銃における電子ビームの形成は以下のように行われる。電流が流れるフィラメント1は約2000~3000℃の高温となり、フィラメントの材質に

よりリチャードソン・ダッシュマンの式として知られる熱電子放出係数に従い熱電子を放出する。フィラメント1及びウェネルト電極3は高電圧電源10に接続され、負の静電圧500～1500kVが印加されている。通常フィラメント1の材質はタングステン(W)、タンタル(Ta)、及びランタン(La)化合物が熱電子を放出しやすい、つまり仕事関数の低い材料として知られている。フィラメント1の電位は通常ウェネルト電極3の電位から数V～数10Vのバイアス電位を有しており、フィラメント1から放出した電子はウェネルト電極3に開いた穴9付近に浮遊する。引き出し電極4はウェネルト電極3より電子照射方向に配置され、その電位はフィラメント1よりも接地(アース)電位に近く、その電位差は10～30kVに通常設定されている。凹面曲率を有するウェネルト電極3と引き出し電極4間の電界による電子レンズによりウェネルト電極3の穴9から電子が引き出され、更に収束され電子ビームとなり、電子は加速管5内に進行し、各々複数の加速電極2のレンズ効果によって収束・加速を繰り返し所定のビーム形状となり、最終的に窓箔15を通過して電子線照射装置から大気側の被照射体に照射される。

【0008】上述した電子線照射装置において、フィラメントに電流が供給され、フィラメントが高温となることにより、フィラメントの温度と材質により決まってくるリチャードソン・ダッシュマンの式に従い、熱電子が放出されるので、所要のビーム電流を供給するためには、フィラメントの材質および抵抗値に対応した所要の電圧をその両端に供給することが必要である。しかしながら、フィラメントは消耗品であり、使用時間の経過とともに徐々に細くなる傾向がある。このため、フィラメントに電流を供給して所要温度に維持するためには、フィラメントの両端に印加する電圧を適宜調整する必要がある。

【0009】ところで、電子銃7は上述したように負の高電位側に配置され、照射窓15が大地電位側に配置される。そして、フィラメントに所要電流を供給するためには、数十乃至百V程度の電圧をその両端に供給する必要がある。このため、フィラメントには高電圧の交流を低電圧の交流にトランスを介して変換し、その交流出力を高電位側に配置した電圧調整器を介してフィラメントに供給している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ビーム電流の制御は、従来から各種の方法が存在するが、その一例として、フィラメントに供給する電流を誤差増幅器を用いて目標値にフィードバック制御する方法がある。これは、実際の電流値を検出して所要の目標電流値と比較し、実際の電流値が所要の目標電流値と一致するように誤差増幅器を用いてフィラメント電流を制御する方法である。しかしながら、このような誤差増幅器を用いた方式では、常

時、電流のフィードバック制御を行うものであるが、フィラメントから生ずる電子電流はミクロ的に見ると変動があり、このため乱調をきたし制御が不安定となる問題があった。即ち、従来の制御方法では、大きな電子電流をフィラメントから常に安定して得ることが困難であった。

【0011】本発明は上述した事情に鑑みて為されたもので、フィラメントに供給する電流を安定に且つ精密に制御可能とし、これにより常に安定に大きなビーム電流を照射することができる電子線照射装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、真空中に配置された熱フィラメントにより電子を発生する電子銃と、前記電子銃及び前記電子銃から発生した電子に不電位を与えると共に前記フィラメントに電流を供給する高電圧電源と、前記電子を加速する複数の加速電極と、加速された電子線を磁気力により偏向走査する電磁石と、真空中の該電子線を大気雰囲気に取り出す薄膜とを有する電子線照射装置において、前記フィラメントに供給する電流を調整する高電位側に配置された回転式電圧調整器と、該電圧調整器の出力電圧を調整する該調整器の回転部分に接続した大地側から操作可能な電気的絶縁棒とを備えたことを特徴とする電子線照射装置である。

【0013】請求項2に記載の発明は、前記電圧調整器がスライダックであることを特徴とする請求項1記載の電子線照射装置である。

【0014】請求項3に記載の発明は、大地側において、前記絶縁棒にステッピングモータの回転軸を接続し、前記回転式電圧調整器の回転軸を大地側に配置した前記ステッピングモータにより回転させることを特徴とする請求項1記載の電子線照射装置である。

【0015】請求項4に記載の発明は、前記高電位側に配置されたフィラメントの電圧又は電流に関する信号を、光信号に変換して光ファイバを介して大地側に伝達し、該光ファイバをその沿面距離が長くなるように配置したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電子線照射装置である。

【0016】総じて本発明によれば、高電位側に配置された電圧調整器の出力電圧を調整する回転軸を大地側から操作可能な絶縁棒を用いて操作することで、例えば800kV程度の高電位側にある電圧調整器の回転軸を直接的に回転させることができる。従って、大地側から、直接フィラメントに供給する電圧を制御することが可能となる。そして、大地側にパルスモータを備え、そのパルスモータの回転軸を上記絶縁棒と接続して制御することで、1パルスステップ毎の精密な制御が可能となる。又、高電位側に配置されたフィラメントの電圧又は電流に関する信号を、光ファイバを介して光信号により伝達

することで、実際の電流値又は電圧値とを精密に把握することが可能となる。そして、光ファイバを例えばらせん状に巻回することで、その沿面距離が長くなるので、大地側への放電等の危険を避けることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図3乃至図5を参照しながら説明する。

【0018】図3は、本発明の実施形態の高電圧電源の構成を示す。商用交流電源のR、S、T相は、直流電源部21に導入される。直流電源部21ではΔ配線及びY配線を併用して高調波対策を行っている。そしてこれらのΔ配線及びY配線のコイルに対向するように2次側のコイルが配置され、ダイオードブリッジからなる整流回路に接続されている。ここで整流回路は、ダイオード、抵抗器、コンデンサ等により構成され、1次側の交流電圧を昇圧した2次側の交流電圧を整流して直流に変換する。そして、ここでは複数段、例えば25段の整流回路を備え、各段の整流回路はそれぞれ直列に接続され、各段の直流電圧出力が例えば25段加算され、高電位の直流電圧が得られる。直流電源部の最上段には変圧器23が設置され、この変圧器23は高電位を有した状態でフィラメントに交流電流を供給する。直流電源は、例えば800kV～15000kVの電位を有している。形成された直流高電圧は、図示は省略するが、分圧抵抗により分圧され、加速管内の各電極及び電子銃部に供給される。

【0019】変圧器23の2次側には、例えば約60000V程度の高い交流電圧が形成される。尚、図示しないが出力抑制抵抗が配置され、この抵抗は電子線照射装置の負荷短絡が生じた時に、その影響が直接高圧部に及ばないようにするための保護抵抗である。更に、高電位側回路には抵抗器及びコイルで構成したサージ吸収装置を配して、高電位電源部の保護を行っている。又、昇圧トランスの偏励磁防止のための交流配線の一方に直列にコンデンサを配置することが行われている。

【0020】変圧器23の2次側は、降圧トランス25に接続され、60000V程度の高圧から100V程度の低圧に変換される。高電位の直流電圧に重畳した約100Vの交流電圧は図示しないAVR（自動電圧調整器）等の交流電圧安定装置を通過して、スライダック式電圧調整器27に導入される。スライダック式電圧調整器27は、実際にフィラメントに印加する電圧を調整するための回転式電圧調整装置である。この電圧調整器27は、その中央に回転軸を備え、その回転軸を回転することで、その出力電圧を調整する。具体的には、入力電圧が約100Vであり、出力電圧がその回転角度に対応して0～100Vの間で変化する。この実施形態においては、電圧調整器27により電圧調整された交流は、更にフィラメントトランス29によって電圧の変換を受けて低電圧（数V～数十V）とされ、フィラメント1に大

電流（数十A）を供給する。これにより、フィラメントが2000～3000Kの高温となり熱電子を放出する。

【0021】図4は、本発明の実施形態の電圧調整器を回転する絶縁棒について示す。絶縁棒31は、長さが例えば約1m程度であり、その直径が30mm程度であり、高絶縁性の樹脂材を用いたものである。この絶縁棒は、電圧調整器27が例えば800kV程度の高電位にあり、これを回転操作する大地側はアース電位であるので、その間に約800kV程度の電圧が印加される。このため、この絶縁棒31には所定箇所に電位決定用の金属部材32を固定している。

【0022】スライダック式電圧調整器27は、高電位側の金属支持板41に搭載され、この金属支持板は支柱45により大地側の金属支持板43に支持されている。支柱45においても、所定箇所に電位決定用の金属部材32を備え、この金属部材32は分圧抵抗46に接続され、高電圧電源21より供給された直流高電圧に基づいて所定の電位分布が与えられる。

【0023】この電子線照射装置においては、絶縁棒31は大地側に配置されたパルスモータ33により回転駆動される。このパルスモータ33は、一例として500パルスで1回転（360°）する。従って、1パルスあたりの回転角度は0.72°となる。従って、この間で0～100Vの電圧出力が可能とすると、1パルスあたり0.2Vの電圧制御精度が得られる。従って、電圧調整器27をパルスモータ33で回転制御することで、フィラメントに供給する電圧調整器27の出力電圧を0.2Vのピッチで精密に制御することが可能となる。

【0024】図5は、フィラメントに供給する電圧Vと出力電流Iとの関係を示す。フィラメントに供給する電圧Vと、フィラメントに流れる電流Iとの関係は、電流Iが大きくなるとフィラメントがより高温となり、その温度係数から電圧と電流との関係は直線関係とならず、図示するように曲線的な関係となる。即ち、出力電圧を上げていきフィラメントが高温となると、その電圧の変化に対する電流の変化量が大きくなり電流値の精密な制御が難しくなる。しかしながら、パルスモータを用いて高精度に電圧調整器27の回転角度を制御することで、極めて高精度の出力電圧が得られる。これによりフィラメント電流を所要値に制御することが可能となり、結果として放出される電子線電流を安定化することができ

る。

【0025】実際のフィラメント電流をモニタするために、フィラメントに直列に電流検出用抵抗器を接続し、その両端から電圧を取り出し電流検出器37に接続する。同様にフィラメントの両端から電圧を取り出しこれを電圧検出器38に接続する。電流検出器37及び電圧検出器38では、これらの値からフィラメント電圧及びフィラメント電流を算定する。そして、このデータは光

信号変換器39にて光信号に変換され、光ファイバ51を介して大地側に配置されたモニタ装置兼コントローラ40に導入される。大地側のモニタ装置兼コントローラ40ではこの光信号を再び電気信号に変換しフィラメント電流及びフィラメント電圧を表示装置に表示する。ここで、光ファイバ51は、図4に示すように、絶縁棒50に形成された溝に沿ってらせん状に配置されている。これにより光ファイバの長さは、絶縁棒の長さが1m程度であるのに対して、実際の長さが3m程度と長くなり、沿面距離を増大することにより、光ファイバ51に沿った放電を防止している。

【0026】このように大地側で高電位側のフィラメント電流及びフィラメント電圧を直接的に且つ正確に把握することができるので、モニタ装置兼コントローラ40によりパルスモータ33のパルス数を調整することで正確に所要のフィラメント電圧及びフィラメント電流を制御することが可能となる。尚、フィラメント電圧に異常が生じた時には、電源回路に配置された遮断機構を利用してフィラメントに供給される電流を遮断することができるようになっている。

【0027】次に、この電子線照射装置における電子線電流の調整動作について説明する。まず、真空容器内を真空ポンプにより高真空(約 10^{-6} ~ 10^{-7} Pa)に排気する。そして、各種の電源スイッチ類をオン状態とすることで、例えば約800kVの直流電圧を電子銃部及び加速管に供給する。そして、上述したモニタ装置兼コントローラ40によりフィラメント電圧及びフィラメント電流を検出しつつ、電圧調整器27の出力電圧が徐々に増大するようにパルスモータ33を回転させる。パルスモータに所要のパルス数を与えることで、絶縁棒31が回転し、これにより電圧調整器27の回転軸が回転し、その出力側にフィラメント電圧が徐々に増大していき、これによりフィラメント1に流れる電流が増大し、フィラメントが徐々に高温になる。そして、所要の電流値、例えばビーム電流として500mA程度の電流値となるまでフィラメント電圧及びフィラメント電流を地上側のパルスモータ33を回転制御することにより与える。これにより、所望の電子線電流が得られる。

【0028】又、時間の経過と共に電子線電流が減少又は増大するような場合には、パルスモータにパルスを制御装置40から送ることにより、電子線電流が所望値と

なるようにフィラメント電圧及びフィラメント電流を調整する。係るフィラメント電圧及びフィラメント電流の制御によれば、パルスモータにより極めて高精度にフィラメント電圧及び電流値を調整することが可能となるので、これによりフィラメントの動作状態を安定な状態に保持することができる。従って、電子線電流の安定した運転制御が可能となる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電子線照射装置における電子線発生源であるフィラメントに供給する電圧及び電流を正確に制御することができるので、安定した電子線照射装置の運転が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電子線照射装置の一例を示す図である。

【図2】図1における電子銃部及び加速管の構成例を示す図である。

【図3】本発明の実施形態の高電圧電源の構成を示す図である。

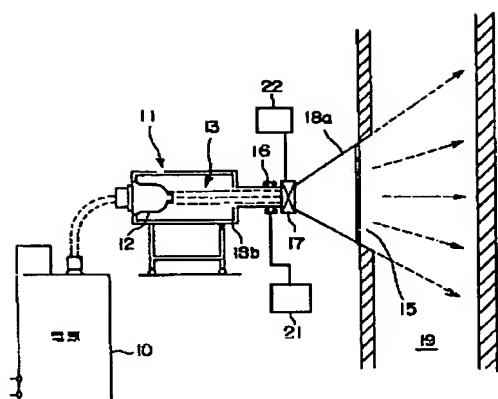
【図4】図3におけるスライダック式電圧調整器に接続する絶縁棒を示す図である。

【図5】フィラメントの電圧と電流の関係を示す図である。

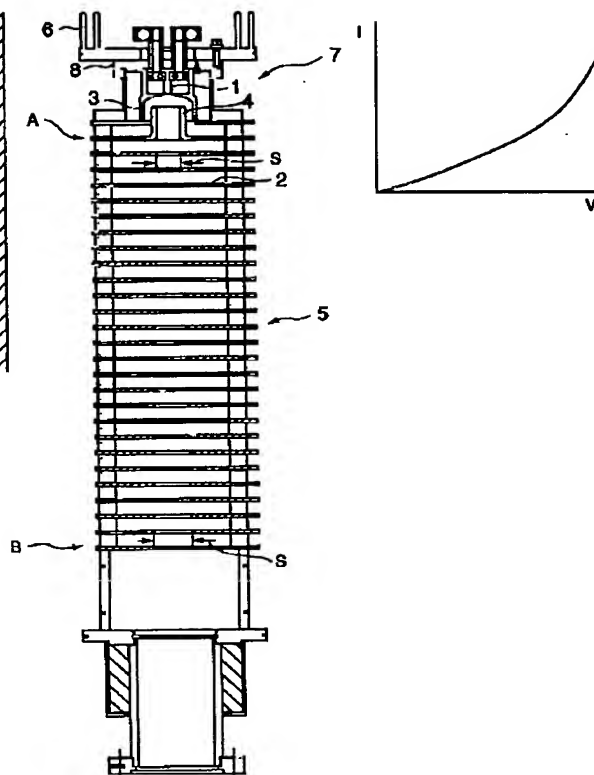
【符号の説明】

- 1 フィラメント
- 2 加速電極
- 3 ウェネルト電極
- 4 引き出し電極
- 5 加速管
- 6 冷却フィン
- 7 電子銃
- 8 フィラメントフランジ
- 11 電子線照射装置
- 15 窓箔
- 16 偏向コイル(電磁石)
- 17 走査コイル(電磁石)
- 19 流路
- 21 高電圧電源
- 27 スライダック式電圧調整器
- 31, 50 絶縁棒
- 33 パルスモータ
- 40 モニタ装置兼コントローラ

【図1】

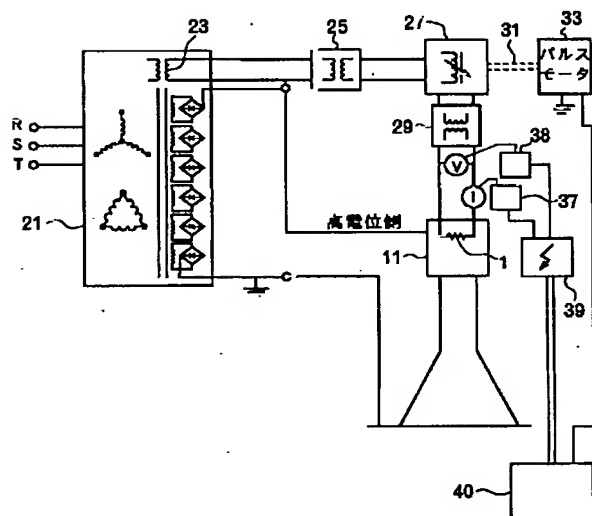


【図2】



【図5】

【図3】



【図4】

